



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

Q 57709  
1041

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 20 DEC. 1999

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **19 FEV 1999**  
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **9902126**  
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **75 INPI PARIS B**  
DATE DE DÉPÔT **19 FEV. 1999**

**1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE**  
**COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL**  
**Département PI**  
**Monsieur Bernard LAMOUREUX**  
**30 avenue Kléber**  
**75116 PARIS**

**2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle**

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande  
de brevet européen

☐ demande initiale  
☐ brevet d'invention

n° du pouvoir permanent références du correspondant

téléphone

**PG 7176 F°102078PA/LA 0140676300**

☐ certificat d'utilité n°

date

**Établissement du rapport de recherche**

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**SYSTEME DE TRANSMISSION REGENERE WDM**

**3 DEMANDEUR (S)** n° SIREN : **5 . 4 . 2 . 0 . 1 . 9 . 0 . 9 . 6**

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

**ALCATEL**

Forme juridique

**Société anonyme**

Nationalité (s) **Française**

Adresse (s) complète (s)

**54 rue La Boétie**  
**75008 PARIS**

Pays

**FRANCE**

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

**4 INVENTEUR (S)** Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

**5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES**

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

**6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE**

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

**7 DIVISIONS**

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

**8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE**

(nom et qualité du signataire)

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

**B. LAMOUREUX / LC 40 B**

**DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR**

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

**DEPARTEMENT DES BREVETS**

26bis, rue de Saint-Petersbourg

75800 Paris Cédex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

990 21 26

**F°102078PA - LA/SND**

**TITRE DE L'INVENTION :**

**SYSTEME DE TRANSMISSION REGENERE WDM**

**LE(S) SOUSSIGNÉ(S)**

**Société anonyme :  
ALCATEL**

**DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S)** (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

- BRINDEL Patrick ) c/o ALCATEL CIT
- DANY Bruno ) Route de Nozay
- DESURVIRE Emmanuel ) 91460 MARCOUSSIS
- ) FRANCE

**NOTA :** A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature ~~XXXXXXXXXXXX~~ du mandataire

18.02.1999 PARIS



**B. LAMOUREUX**

## SYSTEME DE TRANSMISSION REGENERE WDM

La présente invention concerne les systèmes de transmission par fibre optique à multiplexage en longueurs d'onde, et plus précisément, la régénération des  
5 ces signaux.

On sait que pour la transmission de signaux optiques à très longues distances, telles que les transmissions transocéaniques par câble sous-marin, il est nécessaire d'amplifier périodiquement les signaux optiques pour compenser l'atténuation du signal, et qu'il est également nécessaire de remettre en forme les  
10 signaux pour compenser les déformations induites par le milieu ou l'interaction entre les différents signaux du multiplex. Ces déformations sont compensées par des régénérateurs qui assurent des fonctions de remise en forme des impulsions, de recadrage temporel des impulsions et de compensation des pertes d'intensité des impulsions dans le régénérateur (régénération dite "3R" pour "re-shaping", "re-timing"  
15 et "re-amplifying" en terminologie anglo-saxonne).

Les systèmes de transmission à multiplexage en longueurs d'onde (dits "WDM" pour "wavelength division multiplexed" en terminologie anglo-saxonne) comportent de plus en plus de canaux (ou longueurs d'ondes) par fibre optique. Le débit par canal croît également. Ainsi, les plus récents systèmes de transmission  
20 transocéaniques ont une capacité de 32 canaux à 10 Gbit/s chacun.

La régénération des signaux de chaque canal dans de tels systèmes peut être envisagée de différentes manières. Une solution consiste à démultiplexer les signaux et à régénérer chaque signal individuellement. Cette solution présente cependant l'inconvénient de nécessiter autant d'unités de régénération qu'il y a de  
25 signaux multiplexés ce qui, compte-tenu de la tendance à l'augmentation du nombre de canaux, conduit à un régénérateur complexe et volumineux, demandant en outre une alimentation électrique importante, paramètres qui sont fortement pénalisants pour les transmissions par câble sous-marin.

Une autre solution, utilisable dans le cas de signaux WDM solitons (ou RZ  
30 convertis en solitons en entrée du régénérateur), consiste à utiliser un régénérateur comportant un moyen de compensation de la dispersion chromatique, pour resynchroniser les différents canaux, puis un modulateur synchrone. Cette solution présente l'inconvénient de nécessiter une gestion très précise de la dispersion

chromatique, de manière que les signaux soient parfaitement synchrones en entrée du modulateur synchrone. Une telle gestion de la dispersion chromatique est d'autant plus difficile à réaliser qu'elle doit s'appliquer à un nombre de canaux important.

Il a également été proposé, dans le cas de signaux solitons WDM, de  
 5 disposer les régénérateurs le long de la ligne optique à des endroits où un certain nombre de canaux sont naturellement synchrones, et de régénérer uniquement ces canaux, à chacun de ces endroits (cf. WO-A-98 35459). Cette technique introduit toutefois une contrainte sur la position des régénérateurs qui, selon le nombre de canaux et leur espacement en longueur d'onde, peut parfois être gênante.

10 L'invention propose une solution simple pour la régénération des canaux dans un système de transmission WDM, et qui reste simple même lorsque le nombre de canaux est important.

Plus précisément, l'invention propose un système de transmission sur fibre optique à multiplexage en longueurs d'onde à  $n$  canaux, comprenant un émetteur  
 15 optique et un récepteur optique reliés par une ligne optique comportant au moins une fibre optique, et au moins un ensemble de  $m$  ( $m > 1$ ) moyens de régénération des canaux, caractérisé en ce que  $p$  ( $p \leq m$ ) moyens de régénération successifs régénèrent respectivement des groupes de canaux  $G_1, G_2, \dots, G_p$ , ces groupes formant une partition de l'ensemble des  $n$  canaux.

20 Le nombre  $p$  de groupes est de préférence un sous-multiple du nombre total  $m$  de régénérateurs système.

Les groupes de canaux comportent de préférence un petit nombre de canaux, en particulier un seul canal ou deux canaux.

La structure du régénérateur est ainsi grandement simplifiée, par rapport  
 25 aux solutions consistant à démultiplexer tous les signaux ou à compenser la dispersion chromatique de tous les signaux entre eux.

Avantageusement, chaque régénérateur comprend un moyen de régénération optique.

Dans le cas où plusieurs canaux sont régénérés dans le même régénérateur,  
 30 chaque régénérateur peut comporter un moyen de synchronisation des canaux à régénérer et un moyen de régénération optique, en particulier un modulateur synchrone.

Selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention, chaque régénérateur comprend un démultiplexeur et un multiplexeur afin de traiter de manière indépendante les canaux à régénérer d'une part, et les canaux à ne pas régénérer d'autre part.

- 5 Selon un second mode de réalisation préféré de l'invention, chaque régénérateur comprend un dispositif d'insertion/extraction afin d'isoler les canaux à régénérer.

- 10 Dans un système conforme à l'invention, un amplificateur de compensation pour compenser des différences d'intensité entre les canaux régénérés et les canaux non régénérés peut en outre être prévu.

- De manière avantageuse, le système de transmission comprend un moyen de supervision mettant en oeuvre un canal dédié  $\lambda_s$ . Dans un tel système de transmission, chaque régénérateur peut comprendre un moyen pour séparer le canal  $\lambda_s$  des autres canaux, une unité de supervision pour modifier le signal du canal  $\lambda_s$  en fonction d'informations relatives à l'état du régénérateur, et un moyen pour remultiplexer le canal  $\lambda_s$  avec les autres canaux.
- 15

- En particulier, chaque régénérateur peut inclure un moyen de régénération pour régénérer les canaux d'un groupe de canaux, l'unité de supervision recevant des informations dudit moyen de régénération et recevant une fraction du signal régénéré délivré par ledit moyen de régénération.
- 20

- De préférence, le système selon l'invention comprend une pluralité d'amplificateurs optiques disposés à une distance  $Z_o$  les uns des autres, et des régénérateurs optiques disposés à une distance  $Z_r$  les uns des autres, où  $Z_r$  est un multiple de  $Z_o$ .
- 25 Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre illustratif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :
- la figure 1 représente la structure générale connue d'un système de transmission optique incluant des régénérateurs,
  - 30 - la figure 2 illustre un mode de réalisation d'un régénérateur conforme à l'invention,
  - la figure 3 illustre une variante de réalisation du régénérateur de la figure 2, adapté pour régénérer deux canaux,

- la figure 4 illustre un autre mode de réalisation d'un régénérateur conforme à l'invention, pour la régénération d'un seul canal,

- la figure 5 illustre une variante de réalisation du régénérateur de la figure 4, adapté pour régénérer deux canaux, et

5        - la figure 6 représente un système de transmission optique, conforme à l'invention, équipé d'un moyen de supervision optique.

On a représenté sur la figure 1 un système de transmission optique de structure classique. Il comprend deux stations terminales, à savoir un émetteur 2 et un récepteur 4, reliés par une liaison à fibre optique 6. Des amplificateurs 8 sont  
10 disposés à intervalles réguliers sur cette fibre optique pour réamplifier les signaux et compenser ainsi les pertes dues à l'absorption par la fibre optique. Le pas  $Z_a$  entre deux amplificateurs successifs dépend de nombreux paramètres (intensité des signaux, absorption par la fibre optique, séparation en longueur d'onde entre les signaux, ...); il est typiquement de 50 à 100 km. Le système de transmission  
15 comprend en outre des régénérateurs optiques 10. Là encore, le pas  $Z_r$  entre deux régénérateurs successifs dépend de nombreux paramètres (effet Kerr, gigue de Gordon -Haus, interaction quatre-onde,...) qui affectent la forme des impulsions et induisent un décalage des impulsions par rapport à leur temps bit nominal. Les régénérateurs sont disposés en général à une distance  $Z_a$  par rapport à un  
20 amplificateur 10 et comprennent un amplificateur semblable aux amplificateurs 8. Le pas  $Z_r$  entre deux régénérateurs est égal à  $k.Z_a$ , où  $k$  est un entier en général compris entre 5 à 10, ce nombre dépendant notamment du débit des signaux du multiplex.

L'invention diffère des systèmes de transmission de l'art antérieur en ce que chaque régénérateur régénère un nombre réduit de canaux. A titre d'exemple, pour  
25 un système WDM comportant  $n$  longueurs d'ondes  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  ( $n$  étant par exemple égal à 32), chaque régénérateur pourra être conçu pour régénérer une seule longueur d'onde. En d'autres termes, on répartit les  $n$  canaux en  $n$  groupes  $G_1, G_2, \dots, G_n$  comportant chacun un seul canal. On aura ainsi successivement le long de la ligne, avec des intervalles  $Z_r$  entre chaque régénérateur, un régénérateur  $R_1$  pour  
30 régénérer le canal  $\lambda_1$ , un régénérateur  $R_2$  pour le canal  $\lambda_2$ , ..., un régénérateur  $R_n$  pour le canal  $\lambda_n$ , à nouveau un régénérateur  $R_1$  pour le canal  $\lambda_1$ , etc... L'avantage



important est la simplification apportée au système car chaque régénérateur a une structure simple.

Au lieu d'un seul canal par groupe, on peut prévoir un système de transmission dans lequel les  $n$  canaux sont divisés en  $n/2$  groupes, comportant  
 5 chacun deux canaux, et de manière plus générale un système dans lequel les  $n$  canaux sont divisés en  $p$  groupes comportant chacun  $n/p$  canaux.

Enfin, on peut encore répartir les canaux de manière inégale entre les groupes, par exemple deux canaux dans le groupe  $G_1$ , trois canaux dans le groupe  $G_2$ , deux canaux dans le groupe  $G_3$ , ...

10 On verra à la description des figures suivantes que chaque régénérateur a une structure identique. Il en résulte une plus grande simplicité de conception du système et de fabrication des régénérateurs, ce qui induit une fiabilité plus importante du système de transmission.

A titre d'exemple, pour une liaison transocéanique de 32 canaux à 10 Gbit/s  
 15 et ayant une longueur de l'ordre de 10 000 km, la distance  $Z_o$  entre amplificateurs est de l'ordre de 40 km et la distance  $Z_r$  entre régénérateurs de l'ordre de 320 km.

La figure 2 illustre un premier mode de réalisation d'un régénérateur conçu pour régénérer un seul canal. Il comprend en entrée un duplexeur 12 pour séparer le canal à régénérer  $\lambda_k$  des autres canaux  $\lambda_i$  ( $1 \leq i \leq n; i \neq k$ ), et en sortie un duplexeur  
 20 14 pour remultiplexer le canal  $\lambda_k$  avec les autres canaux. Le moyen de régénération 16 peut être de tout type connu, et comprendre avantageusement, dans le cas de signaux solitons ou RZ convertis en solitons, un modulateur optique synchrone.

De manière générale, bien qu'un moyen de régénération optique soit actuellement préféré, l'utilisation de moyens de régénération opto-électriques, c'est-à-  
 25 dire des moyens de régénération dans lesquels les signaux optiques sont convertis en signaux électriques, puis régénérés sous forme électrique, avant d'être à nouveau convertis en signaux optiques, n'est pas exclue dans le cadre de la présente invention.

Le moyen de régénération est alimenté par un câble électrique 18 (non représenté sur la figure 1). Pour compenser la différence d'intensité entre les canaux  
 30 non-régénérés et le canal  $\lambda_k$ , un amplificateur de compensation 20 peut être disposé sur la branche du régénérateur recevant les canaux non-régénérés. Dans certains modes de réalisation, un tel amplificateur de compensation pourrait au contraire être

placé sur la branche recevant le moyen de régénération 16, dans le cas où ce dernier induit une perte d'intensité dans le canal  $\lambda_k$ .

Dans le cas où le régénérateur 10 est disposé à une distance  $Z_0$  de l'amplificateur 8 qui le précède (cf. Figure 1), le régénérateur 10 de la figure 2  
 5 comporte en outre un amplificateur 8. Celui-ci est placé de préférence en sortie du régénérateur 10, mais il pourrait aussi être disposé en entrée de ce dernier. Il pourrait également remplacer l'amplificateur 20 de la figure 2, en ce qui concerne les canaux non régénérés. Dans ce cas, le moyen de régénération 16 devrait  
 10 comprendre également un amplificateur pour amener les signaux à régénérer à la même intensité, en sortie du régénérateur 10, que celle des signaux non régénérés. Ce dernier agencement est particulièrement intéressant car le nombre de signaux que chaque amplificateur doit amplifier est plus faible, par rapport aux amplificateurs de ligne 8 (figure 1). On peut alors utiliser, dans les régénérateurs, des amplificateurs moins puissants ou disposer de plus de marge de puissance.

15 La figure 3 illustre un mode de réalisation similaire à celui de la figure 2, mais adapté à la régénération de deux canaux  $\lambda_k$  et  $\lambda_{k+1}$ . La seule différence avec le régénérateur de la figure 2 consiste à prévoir un moyen de synchronisation 22 en amont du moyen de régénération 16, pour synchroniser les deux canaux à régénérer. Un tel moyen de synchronisation peut être obtenu simplement, comme  
 20 représenté, à l'aide d'un circulateur optique à trois ports 24 et d'une ligne à retard 26 comportant deux réflecteurs optiques, par exemple des filtres de Bragg 28, 30 espacés l'un de l'autre tel que les canaux sont resynchronisés lorsqu'ils sont reçus dans le moyen de régénération 16. Le retard entre les canaux peut être ajusté à l'aide d'une ligne à retard ajustable 32.

25 La figure 4 illustre un second mode de réalisation d'un régénérateur conçu pour régénérer un seul canal. Il comprend essentiellement un dispositif d'insertion/extraction 33, classique dans le domaine technique des systèmes de transmission optique, et un moyen de régénération 16. Le dispositif d'insertion/extraction 33 comprend un premier circulateur optique à trois ports 34, un tronçon  
 30 de ligne optique 36 pourvue d'un réflecteur optique 38, par exemple un filtre de Bragg, pour réfléchir le canal  $\lambda_k$ , et un second circulateur optique 40. Ces éléments sont agencés, de manière connue, pour extraire le canal  $\lambda_k$  de la ligne optique et le

diriger vers l'entrée du moyen de régénération 16, et pour insérer sur la ligne optique le canal  $\lambda_k$  régénéré reçu du moyen de régénération 16.

Il est important de noter que le moyen de régénération optique peut être identique pour tous les canaux, par exemple dans le cas où le régénérateur  
 5 comprend un modulateur synchrone, de sorte que le régénérateur 10 peut être adapté à un canal quelconque simplement en choisissant la longueur d'onde à réfléchir par le réflecteur optique 38. Ainsi, le système de transmission de la figure 1 peut être équipé de régénérateurs identiques, d'où une fabrication simplifiée, un coût réduit et une fiabilité accrue, qui sont personnalisés uniquement en ce qui concerne  
 10 la longueur d'onde du réflecteur optique 38.

Le régénérateur selon la figure 4 peut être adapté, comme représenté sur la figure 5, pour régénérer deux canaux  $\lambda_k$  et  $\lambda_{k+1}$ . Ce régénérateur diffère de celui de la figure 4 en ce que le tronçon de ligne 36 disposé entre les circulateurs optiques 34 et 40 comporte deux réflecteurs optiques pour chaque canal. De manière plus précise,  
 15 sont disposés successivement sur ce tronçon de ligne : un réflecteur optique 42 pour le canal  $\lambda_k$ , une ligne à retard ajustable 44 et un réflecteur optique 46 pour le canal  $\lambda_{k+1}$ , l'ensemble formant un moyen de resynchronisation similaire au moyen de resynchronisation 22 de la figure 3, un réflecteur optique 48 pour le canal  $\lambda_k$ , et un réflecteur optique 50 pour le canal  $\lambda_{k+1}$ .

20 Le régénérateur selon la figure 5 peut être modifié pour régénérer plus de deux canaux. On comprend qu'il suffit pour cela d'ajouter, sur le tronçon de ligne 36, des réflecteurs optiques adaptés à réfléchir les canaux que l'on souhaite régénérer, ainsi que, le cas échéant, des lignes à retard tels que 44.

Notons que l'amplificateur de compensation 20 du régénérateur de la figure  
 25 2, destiné à compenser une différence d'intensité entre le canal ou les canaux régénérés et les canaux non régénérés, peut être disposés, dans le cas du régénérateur selon la figure 5, entre les réflecteurs optiques 46 et 48.

Outre la simplicité structurelle du système de transmission selon l'invention, un avantage supplémentaire réside dans la possibilité d'implémenter de manière  
 30 simple une fonction de supervision des éléments du système. On sait que la supervision consiste à transmettre sur la ligne un signal, qui est traité dans chaque amplificateur ou régénérateur, pour inclure dans ce signal des informations relatives

à l'état, aux performances, etc ... de ces amplificateurs et régénérateurs. Ce signal de supervision est dans un canal spécifique qui se situe dans la bande passante du multiplex. L'inconvénient avec les systèmes selon l'art antérieur est que tous les canaux sont régénérés simultanément, ce qui implique, dans chaque régénérateur, un moyen  
 5 de supervision complexe (supervision de l'ensemble des canaux WDM et des modulateurs synchrones associés).

Le système de transmission selon l'invention présente l'avantage de permettre de réaliser la supervision de manière plus simple dans chaque régénérateur.

10 On a représenté sur la figure 6 un régénérateur, similaire à celui de la figure 4, mais dans lequel a été ajouté un moyen de supervision. Les éléments identiques à ceux de la figure 4 portent les mêmes références numériques.

Dans le régénérateur de la figure 6, les moyens permettant d'assurer la fonction de supervision comprennent : un réflecteur optique 52 pour réaliser  
 15 l'extraction puis l'insertion du canal de supervision  $\lambda_s$ , un démultiplexeur ou coupleur optique 54 pour séparer les canaux  $\lambda_k$  et  $\lambda_s$  extraits de la ligne par le circulateur 34 et les réflecteurs 38, 52, un multiplexeur ou coupleur optique 56 pour remultiplexer les canaux  $\lambda_k$  et  $\lambda_s$  après qu'ils ont été traités, et une unité de supervision 58 pour recevoir des informations sur l'état du régénérateur 16 et sur l'état du canal  $\lambda_k$ , par  
 20 l'intermédiaire d'un coupleur optique 60 prélevant une partie du signal dans le canal  $\lambda_k$  à la sortie du moyen de régénération 16, l'unité de supervision 58 transmettant cette information dans le canal  $\lambda_s$  vers le multiplexeur ou coupleur optique 56.

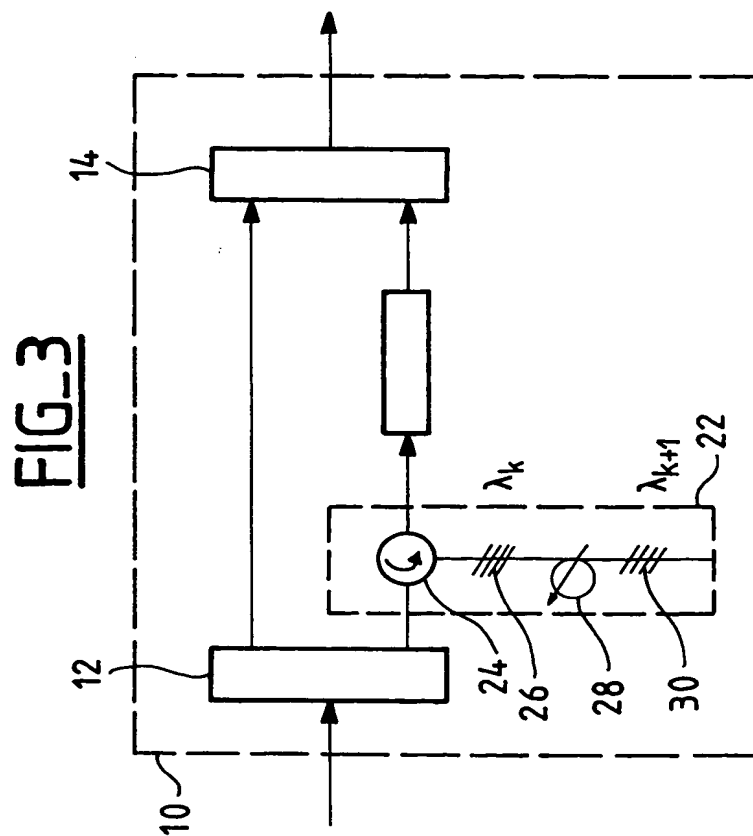
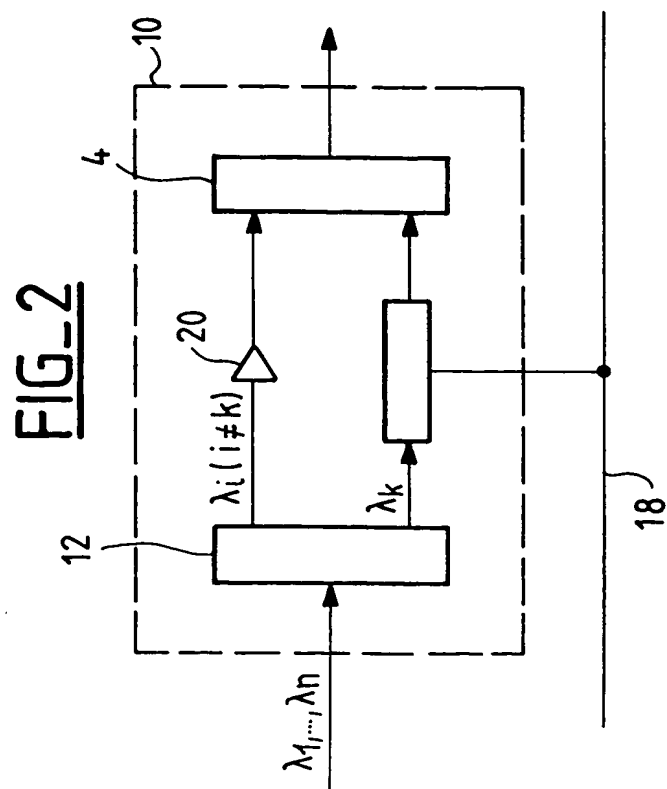
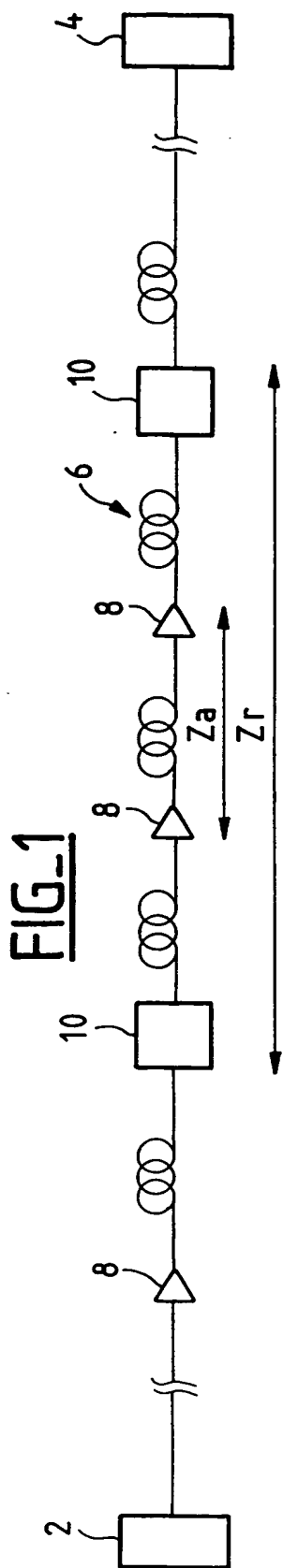
La supervision est plus simple que dans l'art antérieur car elle ne prend en compte qu'un petit nombre de canaux du multiplex à chaque régénérateur (un seul  
 25 canal dans le cas de la figure 4).

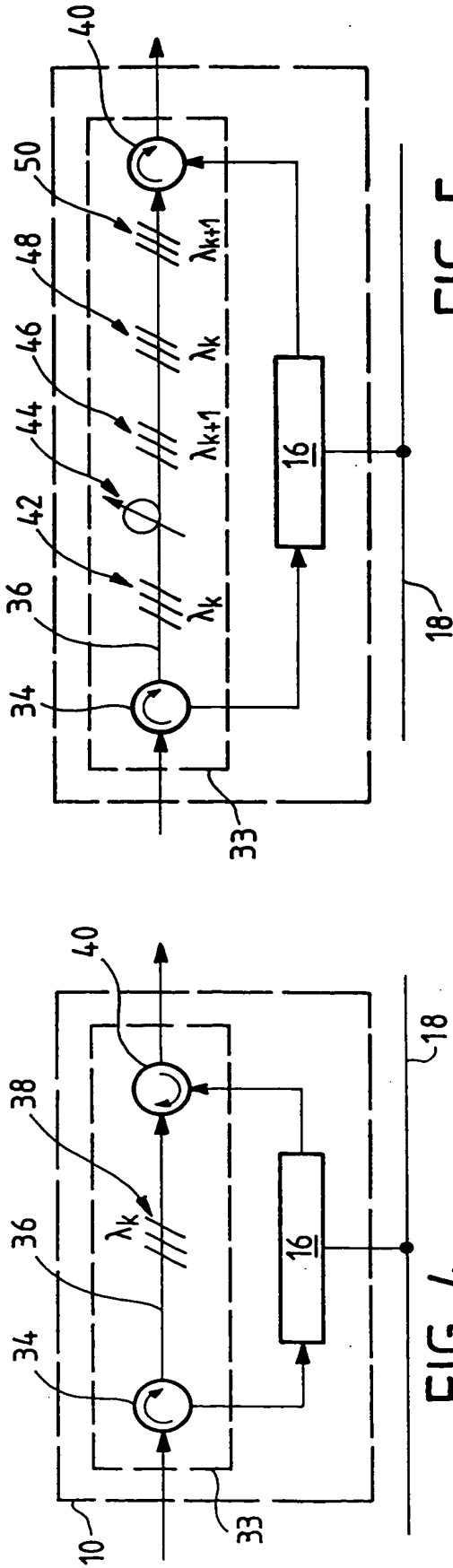
L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations qui ont été décrits, mais s'étend au contraire à toutes les variantes de réalisations qui sont conformes aux revendications qui suivent.

## REVENDICATIONS

1. Système de transmission sur fibre optique à multiplexage en longueurs d'onde à  $n$  canaux, comprenant un émetteur optique (2) et un récepteur optique (4) reliés par une ligne optique (6) comportant au moins une fibre optique, et au moins un ensemble de  $m$  ( $m > 1$ ) régénérateurs (10) de canaux, caractérisé en ce que  $p$  ( $p \leq m$ ) régénérateurs (10) successifs régénèrent respectivement des groupes de canaux  $G_1, G_2, \dots G_p$ , ces groupes formant une partition de l'ensemble des  $n$  canaux.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel  $p$  est un sous-multiple de  $m$ .
3. Système selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel chaque groupe  $G_1, G_2, \dots G_p$  comporte un seul canal.
4. Système selon la revendication 3, dans lequel chaque régénérateur est un moyen de régénération optique (16).
5. Système selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel au moins un groupe  $G_1, G_2, \dots G_p$  comporte deux canaux.
6. Système selon la revendication 4, dans lequel chaque régénérateur destiné à régénérer une pluralité de canaux comporte un moyen de synchronisation (22) des canaux à régénérer et un moyen de régénération optique (16).
7. Système selon l'une des revendications 4 ou 6, dans lequel chaque moyen de régénération (16) comprend un modulateur synchrone.
8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel chaque régénérateur (10) comprend un démultiplexeur (12) et un multiplexeur (14) afin de traiter de manière indépendante les canaux à régénérer d'une part, et les canaux à ne pas régénérer d'autre part.

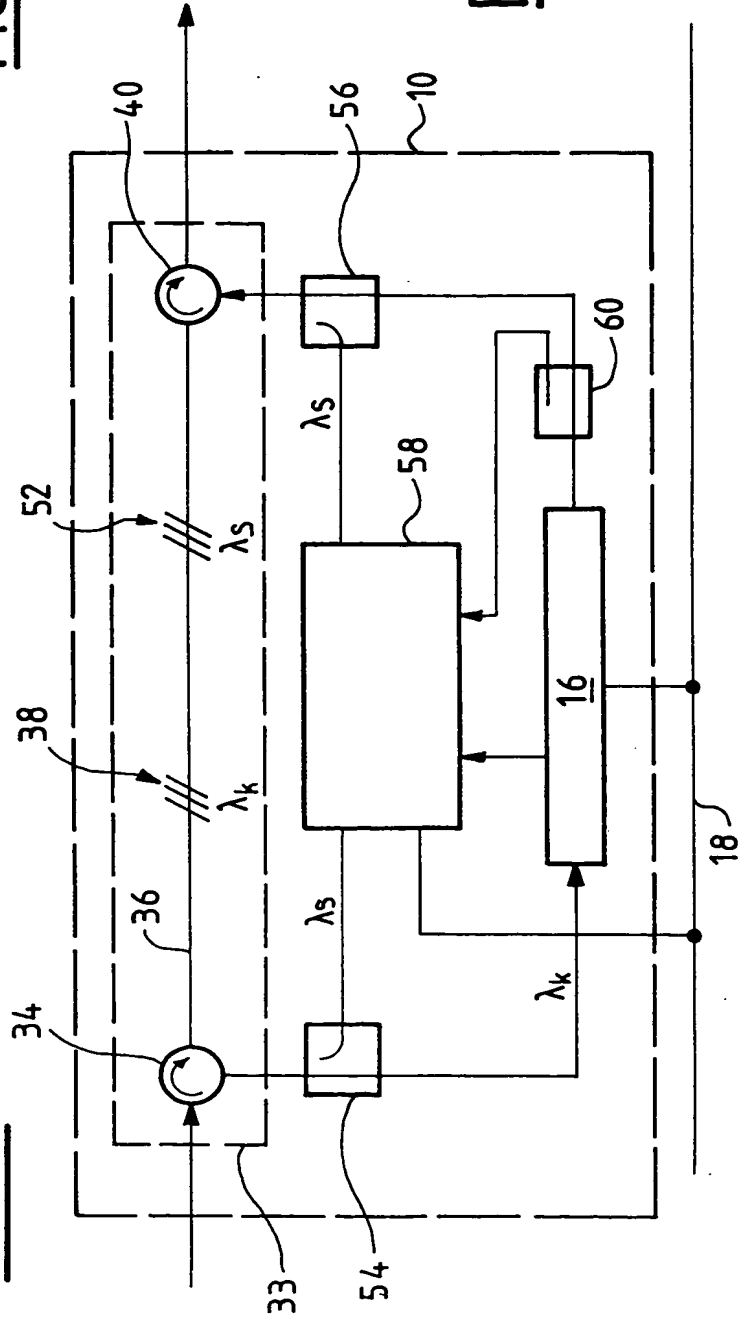
9. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel chaque régénérateur (10) comprend un dispositif d'insertion/extraction afin d'isoler les canaux à régénérer.
- 5
10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel chaque régénérateur comprend un amplificateur de compensation (20) pour compenser des différences d'intensité entre les canaux régénérés et les canaux non régénérés.
- 10
11. Système selon l'une des revendications précédentes, comportant un moyen de supervision, ledit moyen de supervision mettant en oeuvre un canal dédié  $\lambda_s$ .
- 15
12. Système selon la revendication 11, dans lequel chaque régénérateur (10) comprend un moyen (34, 52, 54) pour séparer le canal  $\lambda_s$  des autres canaux, une unité de supervision (58) pour transmettre dans le canal  $\lambda_s$  des d'informations relatives à l'état du régénérateur, et un moyen (56, 40, 52) pour remultiplexer le canal  $\lambda_s$  avec les autres canaux.
- 20
13. Système selon la revendication 12, dans lequel chaque régénérateur re comprend un moyen de régénération (16) pour régénérer les canaux d'un groupe de canaux, l'unité de supervision recevant des informations dudit moyen de régénération et recevant une fraction du signal régénéré délivré
- 25
- par ledit moyen de régénération (16).
14. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant une pluralité d'amplificateurs optiques disposés à une distance  $Z_o$  les uns des autres, et des régénérateurs optiques disposés à une distance  $Z_r$  les uns des autres, où  $Z_r$  est un multiple de  $Z_o$ .
- 30





**FIG-5**

**FIG-4**



**FIG-6**